

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2006-346726  
(P2006-346726A)

(43) 公開日 平成18年12月28日(2006.12.28)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
<b>B 21 C 37/06</b> <b>B 21 B 21/00</b>	(2006.01) (2006.01)	B 21 C 37/06 B 21 B 21/00

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2005-178311 (P2005-178311)	(71) 出願人	000002118 住友金属工業株式会社 大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号
(22) 出願日	平成17年6月17日 (2005.6.17)	(74) 代理人	100103481 弁理士 森 道雄
		(72) 発明者	小野 敏秀 大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号 住友金属工業株式会社内
		(72) 発明者	原田 浩一 大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号 住友金属工業株式会社内

(54) 【発明の名称】 クラッド鋼管の冷間圧延方法

## (57) 【要約】

【課題】 管端部における外管又は内管の飛び出し、並びにそれに起因する内管と外管の界面での剥離が生じることのないクラッド鋼管の冷間圧延方法を提供する。

【解決手段】 母材(内管2)とクラッド材(外管1)からなるクラッド鋼素管の管端部の母材側を下記(i)式及び(ii)式を満たすように面取り加工した後、前記クラッド鋼素管を冷間圧延する。なお、(i)式及び(ii)式において、素管肉厚とは、冷間加工前のクラッド鋼素管の母材とクラッド材を合わせた厚さ(mm)であり、T<sub>b</sub>はクラッド鋼素管の肉厚方向の面取り幅(mm)、L<sub>b</sub>はクラッド鋼素管の長手方向の面取り幅(mm)である。

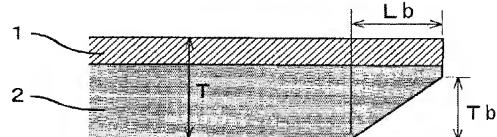
$$\text{素管肉厚} \times 50\% \leq T_b \leq \text{素管肉厚} \times 90\%$$

... (i)

$$\text{素管肉厚} \times 50\% \leq L_b$$

... (ii)

【選択図】 図3



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

母材とクラッド材からなるクラッド鋼素管の管端部の母材側を下記(i)式及び(ii)式を満たすように面取り加工した後、前記クラッド鋼素管を冷間圧延することを特徴とするクラッド钢管の冷間圧延方法。

$$\text{素管肉厚} \times 50\% \leq T_b \leq \text{素管肉厚} \times 90\% \quad \dots \quad (i)$$

$$\text{素管肉厚} \times 50\% \leq L_b \leq \text{素管肉厚} \times 90\% \quad \dots \quad (ii)$$

ここで、素管肉厚：冷間加工前のクラッド鋼素管の母材とクラッド材を合わせた厚さ (mm)

$T_b$  : クラッド鋼素管の肉厚方向の面取り幅 (mm)

$L_b$  : クラッド鋼素管の長手方向の面取り幅 (mm)

である。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、クラッド鋼素管を冷間圧延してクラッド钢管を製造するに際し、母材とクラッド材の変形抵抗差に起因して生じる界面での剥離を防止できるクラッド钢管の冷間圧延方法に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

近年、例えばボイラー、熱交換器など、高腐食環境下で使用される钢管に関して、強度と耐食性を両立させるために、母材としての炭素鋼や低合金鋼と、クラッド材としてのステンレス鋼やNi基合金等の高Cr、高Ni材とを密着させたクラッド钢管に対する需要が高まっている。このクラッド钢管は、外管にステンレス鋼やNi基合金等のクラッド材、内管に炭素鋼や低合金鋼からなる母材が用いられ、或いは逆に、外管に母材、内管にクラッド材が使用されるのが一般的である。

## 【0003】

このようなクラッド钢管は、以下のようないくつかの方法で製造される。まず、造塊法又は連続鋳造法で製造された母材及びクラッド材それぞれの素材を、圧延または鍛造し、その後所定の寸法に研削加工した後、溶接、或いは焼き嵌めによりクラッド钢管用のビレットを作製する。このビレットを熱間押出によりクラッド钢管とし、この素管に更に冷間加工と熱処理を適宜組み合わせることにより、所定の寸法、強度を有するクラッド钢管とする。

## 【0004】

前記の冷間加工方法としては、冷間圧延や冷間引抜加工（冷間引抜ともいう）が挙げられるが、従来は、クラッド钢管に冷間引抜加工を適用してクラッド钢管を製造するのが一般的であった。

## 【0005】

しかし、冷間引抜加工では、管の外面と内面で軸方向の応力差が生じ易いため、熱間押出で製造したクラッド钢管を用いて引抜加工を行うと内管と外管の剥離が発生し易く、大きな加工度を加えられないという問題がある。

## 【0006】

また、冷間引抜加工時に軽酸第一鉄被膜の形成に代表されるような化成処理が施されるが、近年クラッド材としてNi基合金などの高耐食性材料が用いられるケースが増加しており、そのような合金では化成処理被膜が形成されにくく、潤滑が不十分となり引抜加工が困難となる場合がある。

## 【0007】

そのため、一度に大きな加工度を得ることが可能で、且つ管の外面、内面の軸方向応力差が小さく、化成処理による潤滑に頼らないで加工できる冷間圧延によるクラッド管の製造方法の開発が望まれていた。

## 【0008】

10

20

30

40

50

クラッド鋼管の製造に関連して、特許文献1には、熱間押出し用の円柱状ビレットの外周面に被覆用金属製の外筒と前端面および後端面に中空部に対応したガス抜き穴を有する被覆用金属製の蓋を設けたクラッド管材製造用ビレットを用いることにより、熱間押出加工時における被覆材（クラッド材）の剥離状欠陥を解消でき、それを用いて圧延や引抜加工などの二次加工で加工率を大きくしても剥離が発生しないクラッド管の製造方法が開示されている。しかし、当該文献では、上述した冷間加工（冷間引抜加工、冷間圧延）に関する問題点については何ら検討されていない。

【0009】

【特許文献1】特開平5-309411号公報

【発明の開示】

10

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

クラッド鋼管の製造に用いられる冷間加工（冷間引抜加工や冷間圧延）に関する前述の問題点を整理すると、次のとおりである。

【0011】

(a) 冷間引抜加工では大きな加工度が得られないので、特に小径材への対応が困難である。

【0012】

(b) 冷間引抜加工では潤滑のために化成処理が必要となるが、Ni基合金等の高耐食性材料では化成処理被膜の形成が十分ではなく、潤滑が不十分となり、引抜加工が困難である。

20

【0013】

(c) 冷間圧延による加工では、前記(a)、(b)に記載の困難性を回避できるが、大きな加工度を与えると、変形しやすい方の材料（通常は、母材）が伸びるため、管端部でその材料の「飛び出し」が生じる。

【0014】

(d) 冷間圧延による加工では、この管端部における材料の飛び出しにより、両管端部で内管と外管の間の剥離が発生し、この剥離部分の切下げ処置等が必要になるため、歩留りが低下する。

【0015】

(e) また、前記母材（炭素鋼や低合金鋼）の飛び出しが発生したまま、例えばクラッド材として用いたステンレス鋼を再結晶させるために高温熱処理を実施すると、母材である炭素鋼や低合金鋼に大量のスケールが発生し、その後のロータリーアクション式矯正機で管の曲がりを取り際に、ロールにそのスケールが大量に付着し、クラッド鋼管の外面に押さえ込み疵が発生する。

30

【0016】

本発明は、クラッド鋼管を冷間圧延により製造するに際し、前記(c)～(e)の問題を解決し、管端部における外管又は内管の飛び出し、並びにそれに起因する内管と外管の界面での剥離や、クラッド鋼管の外面における押さえ込み疵が生じることのないクラッド鋼管の冷間圧延方法を提供することを目的としている。

40

【課題を解決するための手段】

【0017】

本発明者らは、優れた強度と耐食性を有するクラッド鋼管を、大きな加工度が得られやすく、化成処理による潤滑が不要な冷間圧延により製造することとし、検討を重ねた。この場合、前記(c)～(e)の問題を解決することが必要になる。

【0018】

(c) の管端部における材料の「飛び出し」は、大きな加工度を与えたときに、母材とクラッド材の変形抵抗の差により、管端部で変形しやすい母材がクラッド材よりも大きく伸びることにより生じる現象である。

【0019】

50

図1及び図2は、この飛び出しの発生状況の説明図で、図1は冷間圧延前のクラッド鋼素管の長手方向縦断面を模式的に示す図であり、図2は冷間圧延後のクラッド鋼管の長手方向縦断面を模式的に示す図である。なお、これらの図に示したクラッド鋼素管又はクラッド钢管は冷間圧延での管端側を表している。

【0020】

図1は、外管1がステンレス鋼等のクラッド材で、内管2が炭素鋼等の母材で構成されたクラッド鋼素管の場合であるが、このクラッド鋼素管に冷間圧延を施すと、クラッド材(外管1)に比べて母材(内管2)の方が変形抵抗が小さく変形し易いため、図2に示すように、管端部で内管の飛び出し3が生じる。なお、クラッド材が内管で、母材が外管の場合は、逆に外管が飛び出した状態になる。

10

【0021】

そして、この飛び出し3が生じると、その近傍で図2に示すように内管2と外管1の剥離4が発生する(前記(d)の問題)。

【0022】

本発明者らは、前述した変形抵抗の小さい材料がより大きく伸びることによって発生する管(図2に示した例では、内管2)の飛び出し及びそれに起因する内管と外管の界面での剥離を防止するために、クラッド鋼素管の変形抵抗が小さい方の管に面取り(ベベル)加工を施した。材料のより大きく伸びる部分を予め除いておくことによりその材料(つまり、管)の飛び出しを防止する、という考え方に基づくものである。

20

【0023】

その結果、面取り加工の条件、すなわち、面取り後の管の形状(以下、「面取り形状」という)を適正化することにより管の飛び出し及びそれに起因する内管と外管の剥離を防止できることを知見し、本発明をなすに至った。

【0024】

したがって、本発明のクラッド钢管の冷間圧延方法は、母材とクラッド材からなるクラッド鋼素管の管端部の母材側を下記(i)式及び(ii)式を満たすように面取り加工した後、前記クラッド鋼素管を冷間圧延することを特徴としている。

【0025】

$$\text{素管肉厚} \times 50\% \leq T_b \leq \text{素管肉厚} \times 90\% \quad \dots \quad (i)$$

$$\text{素管肉厚} \times 50\% \leq L_b \leq \text{素管肉厚} \times 90\% \quad \dots \quad (ii)$$

30

ここで、素管肉厚：冷間加工前のクラッド鋼素管の母材とクラッド材を合わせた厚さ(mm)

T<sub>b</sub>：クラッド鋼素管の肉厚方向の面取り幅(mm)

L<sub>b</sub>：クラッド鋼素管の長手方向の面取り幅(mm)

前記の「母材」としては、炭素鋼、低合金鋼等を用いる。また、「クラッド材」としては、耐食性、耐熱性等に優れるステンレス鋼やNi基合金等の高Cr、高Ni材を用いることができる。

【発明の効果】

【0026】

本発明のクラッド钢管の冷間圧延方法によれば、冷間圧延の際に変形抵抗の小さい材料がより大きく伸びることによって発生する管端部における管の飛び出し、及びそれに起因する内管と外管の界面での剥離を防止して、高い歩留でクラッド钢管を生産することができる。また、この冷間圧延方法によれば、一度に60%を超える大きな加工度で冷間加工を施すことが可能であり、さらに、化成処理による潤滑が困難な高耐食性材料の加工が可能である。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0027】

本発明のクラッド钢管の冷間圧延方法は、前記のように、母材とクラッド材からなるクラッド鋼素管の管端部の母材側を下記(i)式及び(ii)式を満たすように面取り加工した後、前記クラッド钢管を冷間圧延する方法である。なお、(i)式及び(ii)式において、素

50

管肉厚とは、冷間加工前のクラッド鋼素管の母材とクラッド材を合わせたクラッド鋼素管の厚さ (mm) であり、T b はクラッド鋼素管の肉厚方向の面取り幅 (mm) 、L b はクラッド鋼素管の長手方向の面取り幅 (mm) である。

## 【0028】

素管肉厚  $\times 50\% \leq T_b \leq$  素管肉厚  $\times 90\% \quad \cdots \cdots (i)$

素管肉厚  $\times 50\% \leq L_b \leq$  素管肉厚  $\times 90\% \quad \cdots \cdots (ii)$

本発明の冷間圧延方法において、クラッド鋼素管の管端部の母材側を前記(i)式及び(ii)式を満たすように面取り加工するのは、冷間圧延することにより、変形抵抗の小さい母材がクラッド材より大きく伸びることによって発生する母材（前記図2に示した例では、内管2）の飛び出し、及びそれに起因する母材とクラッド材の界面での剥離を防止するためである。

## 【0029】

この(i)式及び(ii)式の条件は、以下に示す調査を実施して定めたものである。

## 【0030】

すなわち、母材（STA23相当材）を内管、クラッド材（SUS310相当材）を外管として得られたクラッド鋼素管に、その肉厚方向の面取り幅 T b (mm) と長手方向の面取り幅 L b (mm) を広範囲に変更して面取り加工を施し、ピルガー圧延機により冷間圧延してクラッド鋼管を製造し、内管（母材）の飛び出し、母材とクラッド材の界面での剥離の有無等について調査した。

## 【0031】

図3は、面取り加工実施後のクラッド鋼素管の断面形状の一部を模式的に示す図である。T b はクラッド鋼素管の肉厚方向の面取り幅、L b は同じく長手方向の面取り幅を表す。T は外管1の肉厚と内管2の肉厚を合わせたクラッド鋼素管の肉厚である。

## 【0032】

表1にクラッド鋼素管及びこれに冷間圧延を施して得られたクラッド鋼管の寸法（外径、肉厚）及び加工度を示す。なお、加工度とは、 $\{(\text{加工前の断面積}) - (\text{加工後の断面積})\} / (\text{加工前の断面積})$  により算出される値である。

## 【0033】

## 【表1】

表 1

	外径 (mm)	外管肉厚 (mm)	内管肉厚 (mm)	合計肉厚 (mm)	加工度 (%)
クラッド鋼素管	65.50	2.72	6.53	9.25	—
クラッド鋼管	38.15	1.50	3.61	5.11	68

## 【0034】

表2に調査結果を示す。なお、表2において、T b 欄及びL b 欄の数字は、クラッド鋼素管（以下、単に「素管」ともいう）の肉厚「T」に対する割合（%）である。また、同表中の○印、△印、×印及び××印は、それぞれ以下の状態であることを意味する。

## 【0035】

○：問題なく圧延完了（内管の飛び出し無し）

△：僅かに内管の飛び出しが有るが、剥離なく圧延完了

×：内管の飛び出し大

××：管端での肉厚が薄すぎるため、継ぎ目圧延時に先行する钢管の後端部が後続の钢管の先端部と重なってしまうトラブルが多発

## 【0036】

10

20

30

40

【表2】

表 2

		L b						
		40	50	60	70	80	90	100
T b	40	×	×	×	×	×	×	×
	50	×	△	△	△	△	△	△
	60	×	△	○	○	○	○	○
	70	×	△	○	○	○	○	○
	80	×	△	○	○	○	○	○
	90	×	△	○	○	○	○	○
	100	×	××	××	××	××	××	××

10

20

30

40

50

## 【0037】

表2に示した結果から、素管の肉厚方向の面取り幅T bについては、素管肉厚の50%～90%（すなわち、前記(i)式）、素管の長手方向の面取り幅L bについては、素管肉厚の50%以上（すなわち、前記(ii)式）の条件が満たされれば、冷間圧延後の評価は○印又は△印で、クラッド鋼素管を冷間圧延してクラッド鋼管を製造するに際し、クラッド鋼管の内管と外管の界面での剥離を抑え得ることがわかる。

## 【0038】

L bの上限については特に限定しない。表2の結果から明らかなように、素管肉厚の60%以上であれば効果において差がない。しかし、L bを大きくし過ぎると面取り加工コストが嵩むため、望ましい上限は100%、更に望ましくは80%である。

## 【0039】

前記表2の結果から、○印の場合のみを良好と評価してこれを望ましい範囲とすれば、T b、L bの望ましい下限は、いずれも「素管肉厚×60%」となる。

## 【0040】

ところで、素管の肉厚方向の面取り幅T b（面取り厚さ）については、素管のクラッド材の厚さが厚い場合や、T bが大きい場合は、母材部分だけでなく、クラッド材部分まで面取り加工されることになる。そのため、T b（面取り厚さ）の望ましい上限は、母材厚さまでとするのがよい。材料の飛び出しは変形抵抗の小さい母材で起こるので、クラッド材部分まで面取り加工しても、材料の飛び出し防止効果には何ら影響がないからである。

## 【0041】

前記(i)式及び(ii)式を満たすように面取り加工した後の冷間圧延には、ピルガー圧延機を用いることができる。この圧延機は鍛造方式の圧延機であり、母材とクラッド材を圧着しつつ、クラッド鋼管の外径と肉厚を整えることができる。

## 【0042】

以上述べた本発明のクラッド鋼管の冷間圧延方法によれば、母材とクラッド材からなるクラッド鋼素管の管端部の母材側に前述の規定を満たすように面取り加工を施し、冷間圧延の際により大きく伸びる部分を予め除いておくことにより、冷間圧延に際して、管端部での母材の飛び出し及び母材とクラッド材の界面での剥離を防止することができる。また、管端部での母材の飛び出しがないので、前記(e)で述べた高温熱処理での母材表面の大量のスケールに起因するクラッド鋼管外面における押さえ込み疵の発生のおそれもない。

## 【0043】

なお、前述の説明では、外管にクラッド材、内管に母材を用いたクラッド鋼素管を例に挙げたが、逆に外管に母材、内管にクラッド材を用いたクラッド鋼素管であっても、同様の考え方を適用できる。

## 【実施例】

## 【0044】

(実施例1)

外管にSUS304、内管にSTA23を用いたクラッド鋼素管を、面取り加工を施した後、ピルガー圧延機により冷間圧延してクラッド鋼管を製造した。

10

## 【0045】

表3にクラッド鋼素管及びこれに冷間圧延を施して得られたクラッド钢管の寸法（外径、肉厚）及び加工度を、また、表4に面取り形状（Tb及びLb）を示す。

## 【0046】

## 【表3】

表 3

	外径 (mm)	外管肉厚 (mm)	内管肉厚 (mm)	合計肉厚 (mm)	加工度 (%)
クラッド鋼素管	84.00	3.38	5.62	9.00	—
クラッド钢管	45.10	1.50	4.00	5.50	68

20

## 【0047】

## 【表4】

表 4

	面取り幅 (mm)	素管肉厚に対する 割合(%)
Tb	5.0	55.5
Lb	5.0	55.5

30

## 【0048】

この条件下での冷間圧延においては、内管の飛び出しも剥離もなく、問題なく圧延を完了した。

## 【0049】

(実施例2)

外管にSUS310、内管にSTA23を用いたクラッド鋼素管を、面取り加工を施した後、ピルガー圧延機により冷間圧延してクラッド钢管を製造した。

40

## 【0050】

表5にクラッド鋼素管及び得られたクラッド钢管の寸法（外径、肉厚）及び加工度は、また、表6に面取り形状（Tb及びLb）を示す。

## 【0051】

【表 5】

表 5

	外径 (mm)	外管肉厚 (mm)	内管肉厚 (mm)	合計肉厚 (mm)	加工度 (%)
クラッド鋼素管	65.50	2.72	6.53	9.25	—
クラッド鋼管	38.15	1.50	3.61	5.11	68

10

【0052】

【表 6】

表 6

	面取り幅 (mm)	素管肉厚に対する 割合(%)
T b	5.0	54
L b	5.0	54

20

【0053】

この場合も、内管の飛び出しも剥離もなく、問題なく圧延できた。

【0054】

(実施例3)

外管にNCF625、内管にSTA23を用いたクラッド鋼素管を、面取り加工を施した後、ピルガー圧延機により冷間圧延してクラッド鋼管を製造した。

【0055】

表7にクラッド鋼素管及び得られたクラッド鋼管の寸法(外径、肉厚)及び加工度を、また、表8に面取り形状(T b及びL b)を示す。

30

【0056】

【表 7】

表 7

	外径 (mm)	外管肉厚 (mm)	内管肉厚 (mm)	合計肉厚 (mm)	加工度 (%)
クラッド鋼素管	95.00	2.40	6.60	9.00	—
クラッド鋼管	63.50	1.20	3.20	4.40	66

40

【0057】

【表 8】

表 8

面取り幅 (mm)	素管肉厚に対する 割合(%)
T b	6.0
L b	6.0

10

【0058】

この場合も、内管の飛び出しも剥離もなく、問題なく圧延を完了した。

【産業上の利用可能性】

【0059】

本発明のクラッド钢管の冷間圧延方法によれば、変形抵抗の小さい材料がより大きく伸びることによって発生する管端部における管の飛び出し、及びそれに起因する内管と外管の界面での剥離を防止して、高い歩留でクラッド钢管を生産することができる。一度の加工度を大きくとることができ、化成処理による潤滑が困難なNi基合金等の高耐食性材料の加工も可能である。したがって、この方法は、クラッド钢管の製造に好適に利用することができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0060】

【図1】冷間圧延前のクラッド钢管の長手方向縦断面を模式的に示す図である。

【図2】冷間圧延後のクラッド钢管の長手方向縦断面を模式的に示す図である。

【図3】面取り加工実施後のクラッド钢管の断面形状の一部を模式的に示す図である。

【符号の説明】

【0061】

1：外管

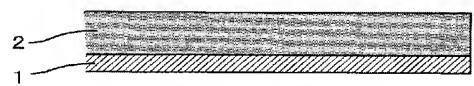
2：内管

3：内管の飛び出し

4：剥離

30

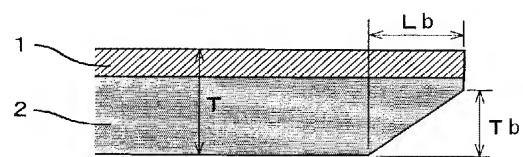
【図 1】



【図 2】



【図 3】



**DERWENT-ACC-NO:** 2007-134924

**DERWENT-WEEK:** 200714

*COPYRIGHT 2009 DERWENT INFORMATION LTD*

**TITLE:** Cold rolling method of clad steel pipe, involves cold rolling of clad steel pipe satisfying specific relation formed with parameters of chamfer widths of pipe

**INVENTOR:** HARADA K; ONO T

**PATENT-ASSIGNEE:** SUMITOMO METAL IND LTD [SUMQ]

**PRIORITY-DATA:** 2005JP-178311 (June 17, 2005)

**PATENT-FAMILY:**

<b>PUB-NO</b>	<b>PUB-DATE</b>	<b>LANGUAGE</b>
JP 2006346726 A	December 28, 2006	JA

**APPLICATION-DATA:**

<b>PUB-NO</b>	<b>APPL-DESCRIPTOR</b>	<b>APPL-NO</b>	<b>APPL- DATE</b>
JP2006346726A	N/A	2005JP- 178311	June 17, 2005

**INT-CL-CURRENT:**

TYPE	IPC DATE
CIPP	B21C37/06 20060101
CIPS	B21B21/00 20060101

**ABSTRACTED-PUB-NO:** JP 2006346726 A

**BASIC-ABSTRACT:**

NOVELTY - A clad-steel pipe is chamfered with specific chamfer widths ( $L_b, T_b$ ) along its longitudinal and thickness directions. The pipe is cold rolled such that to satisfy a specific relation formed with the parameters of the chamfer widths.

USE - For cold rolling method in manufacture of clad steel pipe used in high corrosive environment such as boiler, heat exchanger.

ADVANTAGE - The peeling of the surface of the inner and outer tubes can be prevented. The lubrication by chemical conversion treatment can be easily performed.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure shows a partial cross-sectional view of the clad-steel pipe.

Outer tube (1)

Inner tube (2)

Chamfer widths ( $L_b, T_b$ )

Pipe thickness (T)

**CHOSEN-DRAWING:** Dwg. 3/3

**TITLE-TERMS:** COLD ROLL METHOD CLAD STEEL PIPE  
SATISFY SPECIFIC RELATED FORMING  
PARAMETER CHAMFER WIDTH

**DERWENT-CLASS:** M13 M21 P51 X25

**CPI-CODES:** M13-H01; M21-A01B; M21-A03;

**EPI-CODES:** X25-A02B; X25-Q02;

**SECONDARY-ACC-NO:**

**CPI Secondary Accession Numbers:** 2007-049529

**Non-CPI Secondary Accession Numbers:** 2007-096348